Japanese Patent Laid-open Publication No. HEI 10-235763 A

Publication date: September 8, 1998

Applicant: ISUZU MOTORS LTD

Title: FRP THICK ENERGY ABSORBER

(57) [Abstract]

[Object] To provide an FRP thick energy absorber that can stably absorb high energy and protect a passenger on a vehicle or the like, the absorber having a cylinder shape with a thickness t/D>0.09.

[Solution] A cylindrical energy absorber 1 has a thickness t/D>0.09, a fiber orientation amount of 90° orientation of an outer layer 3 of 10 to 15% of the thickness t is greater than a fiber orientation amount of 0° orientation, and a fiber orientation amount of 0° orientation of an inner layer 4 is greater than a fiber orientation amount of 90° orientation. With this configuration, a large fragment is not generated at the time of crush, and energy can be absorbed stably.

[Scope of Claims for Patent]

[Claim 1] An FRP thick cylindrical energy absorber made of a fiber composite material (FRP) in which fibers are arranged in a load applying direction (0° orientation or

axial direction) and a direction perpendicular to the load applying direction (90° orientation or circumferential direction), and a ratio t/D between a thickness t and an inner diameter D is 0.09 or higher, wherein the energy absorber includes an inner layer and an outer layer, and a fiber orientation amount of 90° orientation of the outer layer is greater than a fiber orientation amount of 0° orientation.

[Claim 2] The FRP thick energy absorber according to claim 1, wherein a fiber orientation amount of 0° orientation of the inner layer is greater than a fiber orientation amount of 90° orientation.

[Claim 3] The FRP thick energy absorber according to claim 1 or 2, wherein the thickness of the outer layer is 10 to 15% of the thickness t.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a thick cylindrical energy absorber, and more particularly, to an FRP thick energy absorber that can prevent an outer peripheral surface from being peeled, and stably absorb energy.

[0002]

[Background Art] If a hollow cylindrical energy absorber 1a made of fiber composite material (FRP) shown in Fig. 5 receives a compression force along an axial direction as shown in Fig. 6, a crush 8 is generated on a load applying end as shown in Fig. 6, and the energy absorber 1a absorbs much energy. In Fig. 7, a lateral axis represents displacement and a vertical axis represents load. When the compression force is applied, a maximum load Pmax is initially generated and crush is started as shown in Fig. 7, and a substantially stable load closer to an average load Pmean is applied thereafter due to the crush. Since an energy absorbing amount E corresponds to an area shown with hatched lines in Fig. 7, if the Pmean/Pmax value is greater, the energy absorbing amount E becomes greater. It is known that according to such an energy absorber 1a, when its thickness is thinner than its inner diameter, the Pmean/Pmax is great and energy is absorbed stably.

[0003] As shown in Fig. 8, it is known that the energy absorbing amount E is varied depending on the fiber orientation amount in the load applying direction. The energy absorber 1a is made of web in which fibers are oriented in the load applying direction (0° orientation or axial direction) and a direction perpendicular to the load applying direction (90° orientation or circumferential

direction). A curve C in Fig. 8 depicts a load-displacement curve when a fiber orientation amount of 0° orientation is greater than a fiber orientation amount of 90° orientation as shown in Fig. 9(a), and a curve F represents a load-displacement curve when the fiber orientation amount of 0° orientation is substantially the same as the fiber orientation amount of 90° orientation as shown in Fig. 9(b). It is known that if the fiber orientation amount of 0° orientation is greater than that of 90° orientation, the energy absorbing amount is greater as shown in Figs. 9(a) and (b).

[0004]

[Problem to be Solved by the Invention] The above explanation is applied to the cylindrical energy absorber 1a whose thickness t (Fig. 5) with respect to the inner diameter D (Fig. 5) is relatively thin, and the energy absorber has the inner diameter D of 40 millimeters and the thickness t of about 5 millimeters. On the other hand, as shown in Fig. 10, if a relatively thick cylindrical energy absorber 1b having the inner diameter D of 35 millimeters and thickness t of about 7.5 millimeters has the following problems.

[0005] That is, the energy absorber 1b used in a general structure or the like is of a thick cylindrical shape. As

shown in Fig. 10, the energy absorber 1b is made of sateen web having fiber orientation amount of 0° orientation greater than that of 90° orientation. However, if the compression load is applied to the thick energy absorber 1b, its load applying end is largely crushed and deformed, and a large crush is generated, the outer layer is peeled off by constant thickness, and a large fragment 6 is peeled off. Thus, there is a problem that large load reduction points 7 are generated a plurality of times at the time of crush as shown with a curve G in Fig. 11, energy is not sufficiently absorbed, and energy is not absorbed stably.

[0006] From the above facts, particularly for the thick energy absorber, it is important that the outer layer is not peeled off, energy can be absorbed stably, and the energy absorbing amount is increased. Japanese Patent Application Laid-Open No. H6-307477 describes a known technique related to this problem. This "energy absorbing material" is provided at its inner layer with reinforcing fibers which are aligned in one direction, and is provided at its outer layer with a multi-layered reinforcing fibers in which reinforcing fiber web is disposed. With the above configuration, crush of the member at the time of energy absorption is smoothly started according to a constant mechanism, and energy is absorbed stably and reliably.

However, this "energy absorbing material" is not particularly applied to the thick cylindrical energy absorber unlike the present invention, the orientation configuration of fiber is also largely different, and energy is not effectively absorbed when a large load is applied.

[0007] The present invention has been accomplished in view of the above circumstances, and it is an object of the invention to provide an FRP thick energy absorber that can stably absorb energy and secure a space for a passenger when a large load is applied such as at the time of collision of a vehicle to enhance the safety of the passenger in which the energy absorbing amount is high and the outer layer is not peeled off.

[0008]

[Means for Solving Problem] To achieve the above object, the present invention provides an FRP thick cylindrical energy absorber made of a fiber composite material (FRP) in which fibers are arranged in a load applying direction (0° orientation or axial direction) and a direction perpendicular to the load applying direction (90° orientation or circumferential direction), and a ratio t/D between the thickness t and the inner diameter D is 0.09 or higher, wherein the energy absorber includes the inner

layer and the outer layer, and a fiber orientation amount of 90° orientation of the outer layer is greater than a fiber orientation amount of 0° orientation. More specifically, a fiber orientation amount of 0° orientation of the inner layer is greater than a fiber orientation amount of 90° orientation, and the thickness of the outer layer is 10 to 15% of the thickness t.

[0009] The fiber orientation amount of the 90° orientation of the outer layer corresponding to 10 to 15% of the thickness t of the thick cylindrical energy absorber having a thickness t/D>0.09 is set greater than the fiber orientation amount of 0° orientation, and the fiber orientation amount of the 0° orientation of the remaining inner layer is set greater than the fiber orientation amount of 90° orientation. With this configuration, even if the energy absorber is thick and cylindrical, the outer layer is prevented from being peeled off, and a large load reduction point is not generated unlike the conventional technique. Thus, energy is sufficiently absorbed stably.

[0010]

[Preferred Embodiment of the Invention]

An embodiment of an FRP thick energy absorber according to the present invention will be explained in detail with reference to the accompanying drawings. As

shown in Fig. 1, the energy absorber 1 of the present invention includes a thick cylindrical body, and includes the outer layer 3 and the inner layer 4. A trigger 2 is formed on the energy absorber 1 on its side where a compression load is applied so that crush is caused smoothly. The energy absorber 1 of the invention is applied to the thick cylindrical body, and a range of the thick cylindrical body is experimentally obtained in the following manner. That is, the present invention is effective for the thick cylindrical body in which the load reduction points 7 (Fig. 11) are generated after Pmax in the load-displacement curve. Through crush tests carried out for cylindrical bodies having t/D of 0.120, 0.106, 0.091, 0.083, and 0.036 to obtain the load-displacement curve. It is found that the load reduction points 7 are not generated at 0.083 or lower. Hence, the boundary of the thick cylindrical body to which the invention is applied is set to $t/D>0.09$.

[0011] The thickness t_0 (Fig. 1) of the outer layer 3 of the invention is determined experimentally while referring to the thickness with which peeling off is prone to be generated in the conventional thick cylindrical body. That is, when the total number of layers of the web is set to 28 or 31, about fourth layer from the outer periphery is peeled off at the time of crush. From this, it is

determined that t_0 is appropriately in the range of 10 to 15% of the thickness t. This range is not limited to this.

[0012] The outer layer 3 and the inner layer 4 of the energy absorber 1 of the invention are made of FRP. In this invention, the FRP is made by coupling resin material to webs having fibers oriented at 0° and 90°, and web configurations of the outer layer 3 and the inner layer 4 are different. In this embodiment, the outer layer 3 corresponding to the thickness t_0 is obtained by laminating layers (e.g., four layers) of webs of a type in which more fiber orientation amount of 90° orientation are disposed than the fiber orientation amount of 0° orientation as shown in Fig. 2(a). Its concrete fiber orientation amount is appropriately set according to the shape, the size, or the like of the energy absorber 1.

[0013] On the other hand, the inner layer 4 of the energy absorber 1 has more fiber orientation amount of 0° orientation than the fiber orientation amount of 90° orientation as shown in Fig. 2(b). It is not always necessary that the fiber orientation amount of 90° orientation of the outer layer 3 and the fiber orientation ratio of 0° orientation of the inner layer 4 are the same, and as one example, they may be arranged at same pitches from one another. The fiber orientation amount of 0°

orientation of the outer layer 3 and the fiber orientation amount of 90° orientation of the inner layer 4 may not be the same, and as one example, they may be arranged at the same pitches from one another.

[0014] Fig. 3 depicts the energy absorber 1 of the present invention in a crushed state due to application of a compression force thereon. As shown in Fig. 3, although the trigger 2 portion is largely crushed and deformed, the large fragment 6 (Fig. 10) is not generated unlike the conventional technique and only a fine fragment 5 is generated, and the energy is largely absorbed in this state. Thus, energy is stably absorbed.

[0015] Fig. 4 is a load-displacement curve of energy absorbing states of the energy absorber 1 of the present invention and of the conventional energy absorber 1b (Fig. 10). Each of the energy absorber 1 and the energy absorber 1b includes a thick cylindrical body having an inner diameter D of 35 millimeters, a thickness t of 7.5 millimeters, and t/D of 0.22. The energy absorber 1 has 28 layers in the thickness t, and the outer layer 3 of the energy absorber 1 corresponds up to a fourth layer from its outer periphery. Thus, the t_0 is 14% of the thickness t. In Fig. 4, the curve A represents the energy absorber 1 of the present invention, and the curve B represents the conventional energy absorber 1b. Table 1 shows Pmax and

Pmeans of both the energy absorber 1 of the invention and the conventional energy absorber 1b, and increasing ratio (%) therebetween.

[0016]

[Table 1]

Section	Conventional product	Product of the invention	Increasing ratio (%)
Pmax (ton)	25.32	26.84	6.0
Pmean (ton)	17.07	22.02	29.0

[0017] As shown in Fig. 4, in the curve B, the load reduction points 7 are generated a plurality of times as described above. In contrast, the curve A does not have the load reduction points 7, and it can be found that energy is smoothly absorbed. As shown in Table 1, Pmax of the energy absorber 1 of the invention is 26.84 tons, and is greater than 25.32 tons of Pmax of the conventional energy absorber 1b only by 6.0%. Pmean of the energy absorber 1 of the invention is 22.02 tons and Pmean of the conventional energy absorber 1b is 17.07 tons, and Pmean of the invention is higher than that of the conventional technique by 29.0%. From the above fact, it can be found that a value of the energy absorbing amount E of the energy absorber 1 of the invention is far greater than that of the conventional technique.

[0018] As described above, the energy absorber 1 of the present invention consists of the thick cylindrical body, and is used when relatively large compression load is applied. For example, the energy absorber 1 of the invention is applied to a support portion of a member to which impact force is applied at the time of collision of a vehicle. If the energy absorber 1 is used, a vehicle is prevented from being deformed at the time of collision, and it is possible to reduce the deceleration applied to a passenger, and to secure a space for a passenger to protect the passenger.

[0019]

[Effect of the Invention]

1) According to the FRP thick energy absorber of claim 1 of the present invention, the fiber orientation amount of 90° orientation of the outer layer of the thick cylindrical body where the peeling off is prone to be generated is set greater than the fiber orientation amount of 0° orientation. Therefore, the fiber strength in the peeling off direction at the time of crush is enhanced, a large fragment is not generated, and the energy absorbing amount is increased and stabilized.

2) According to the FRP thick energy absorber of claim 2 of the invention, the fiber orientation amount of 0°

orientation of the inner layer is set greater than the fiber orientation amount of 90° orientation. Therefore, greater energy can stably be absorbed in addition to the effect of claim 1.

3) According to the FRP thick energy absorber of claim 3 of the invention, the thickness of the outer layer is set to 10 to 15% of the thickness t. Therefore, the effects of 1) and 2) can be obtained with respect to all of thick cylindrical bodies of t/D>0.09.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a cross section of an FRP thick energy absorber of the present invention in its axial direction.

[Fig. 2] Fig. 2 is a schematic diagram of a configuration of fiber orientation amounts of an outer layer and an inner layer of the FRP thick energy absorber shown in Fig. 1.

[Fig. 3] Fig. 3 is a schematic diagram of the FRP thick energy absorber shown in Fig. 1 in a crush state when a compression force of is applied thereon.

[Fig. 4] Fig. 4 depicts load-displacement curves at the time of crush of the FRP thick energy absorber of the invention and a conventional thick energy absorber.

[Fig. 5] Fig. 5 is a cross section of the conventional relatively thin energy absorber in its axial direction.

[Fig. 6] Fig. 6 is a schematic diagram of the energy absorber shown in Fig. 1 in a crush state when a compression force of is applied thereon.

[Fig. 7] Fig. 4 depicts load-displacement curves at the time of crush of the conventional thin energy absorber.

[Fig. 8] Fig. 8 depicts load-displacement curves at the time of crush of the conventional thin energy absorber having different fiber orientation amount.

[Fig. 9] Fig. 9 is a schematic diagram of a fiber orientation amount of the energy absorber shown in Fig. 8.

[Fig. 10] Fig. 10 is a schematic diagram for explaining a problem at the time of crush of the conventional thick energy absorber.

[Fig. 11] Fig. 11 depicts the load-displacement curve at the time of crush of the conventional thick energy absorber.

[Explanations of Letters or Numerals]

1 Energy absorber

2 Trigger

3 Outer layer

4 Inner layer

5 Fine fragment

6 Large fragment

7 Load reduction point

8 Crush

Fig. 2, 9

0° orientation

90° orientation

Fig. 3, 6

Compression force

Fig. 4, 7

Load

Displacement

Fig. 8

Load

Displacement

0° orientation>90° orientation

0° orientation=90° orientation

Fig. 10

Compression force

0° orientation

90° orientation

Fig. 11

Load

Displacement

7 . Load reduction points

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) 公開特許公報（A）　(11)特許出願公開番号
特開平10－235763
(43)公開日　平成10年(1998) 9月8日

(51)Int.Cl.⁶	識別記号	ＦＩ	
Ｂ３２Ｂ　5/08		Ｂ３２Ｂ	5/08
Ｆ１６Ｆ　7/12		Ｆ１６Ｆ	7/12

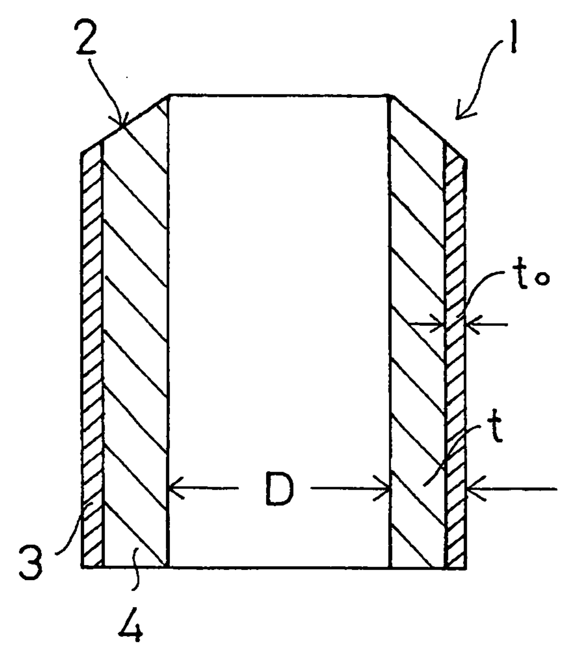
審査請求　未請求　請求項の数３　ＦＤ　（全 6 頁）

(21)出願番号　特願平9－60207
(22)出願日　平成9年(1997) 2月28日

(71)出願人　000000170
いすゞ自動車株式会社
東京都品川区南大井6丁目26番1号
(72)発明者　宗村　昌幸
神奈川県藤沢市土棚8番地　株式会社いすゞ中央研究所内
(72)発明者　孫　峰
神奈川県藤沢市土棚8番地　株式会社いすゞ中央研究所内
(72)発明者　須山　了充
神奈川県藤沢市土棚8番地　株式会社いすゞ中央研究所内
(74)代理人　弁理士　利根川　誠
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体

(57)【要約】
【課題】　ｔ／Ｄ＞０．０９の厚肉の筒状体であって、大きなエネルギーが安定して吸収でき、車両等における乗員の保護ができるＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体を提供する。
【解決手段】　筒状体のエネルギー吸収体１はｔ／Ｄ＞０．０９の厚肉のものからなり、肉厚ｔの１０乃至１５［%］の外層部３の９０°配向の繊維配向量が０°配向の繊維配向量よりも大で、内層部４の０°配向の繊維配向量が９０°配向の繊維配向量よりも大である。これにより、圧潰時に大きな破片が発生せず、十分、かつ安定したエネルギー吸収ができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　荷重作用方向（０°配向，又は軸方向という）とこれに直交する方向（９０°配向，又は周方向という）にそれぞれ繊維を配列する繊維複合材料（ＦＲＰという）から形成され、肉厚ｔと内径Ｄとの比ｔ／Ｄが０．０９以上の厚肉筒状体のエネルギー吸収体であって、該エネルギー吸収体は内層部と外層部とからなり、該外層部の９０°配向の繊維配向量が０°配向の繊維配向量よりも大であることを特徴とするＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体。

【請求項２】　前記内層部の０°配向の繊維配向量が９０°配向の繊維配向量よりも大であることを特徴とする請求項１に記載のＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体。

【請求項３】　前記外層部の厚さが、肉厚ｔの１０乃至１５〔%〕である請求項１又は２に記載のＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、厚肉筒状体のエネルギー吸収体に係り、特に、外周面の剥れを防止し安定したエネルギ吸収ができるＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体に関する。

【０００２】

【従来の技術】図５に示す繊維複合材料（ＦＲＰという）の中空筒状体のエネルギー吸収体１ａは図６に示すように、軸線方向に沿って圧縮力を受けると図示のように荷重作用端に圧潰８が生じ、多くのエネルギーを吸収する。また、図７に示すように、横軸に変位をとり、縦軸に荷重をとると、圧縮力の作用時には図示のように当初に最大荷重Ｐｍａｘが発生して圧潰が始まり、圧潰により以下、平均荷重Ｐｍｅａｎに近いほぼ安定した荷重が作用する。エネルギー吸収量Ｅは図７の斜線で示した面積に相当するため、Ｐｍｅａｎ／Ｐｍａｘの値が大きいとＥは大きくなる。そして、かゝるエネルギー吸収体１ａでは、一般に内径に対して比較的薄肉の場合には前記のＰｍｅａｎ／Ｐｍａｘが大きく安定したエネルギー吸収が行なわれるということが知られている。

【０００３】また、図８に示すように、エネルギー吸収量Ｅは荷重作用方向の繊維配向量によって異なるということが知られている。エネルギー吸収体１ａは荷重作用方向（０°配向，又は軸方向という）とこれと直交する方向（９０°配向，又は周方向という）に沿って繊維を配向した織布からなる。図８の曲線Ｃは図９（ａ）に示すように０°配向の繊維配向量が９０°配向の繊維配向量よりも多い場合の荷重－変位曲線を示し、曲線Ｆは図９（ｂ）に示すように０°配向と９０°配向の繊維配向量がほぼ等しい場合の荷重－変位曲線を示す。図示のように、０°配向の繊維配向量が９０°配向のものより多いとエネルギー吸収量が大きいということが知られている。

2

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】以上の説明は、内径Ｄ（図５）に対する肉厚ｔ（図５）が比較的薄い薄肉の筒状体のエネルギー吸収体１ａに適用されるものであり、前記のものは内径Ｄが４０［ｍｍ］で肉厚ｔが約５［ｍｍ］程度の場合のデータである。一方、図１０に示すように、例えば内径Ｄが３５［ｍｍ］に対して肉厚ｔが７．５［ｍｍ］程度の比較的厚肉の筒状体のエネルギー吸収体１ｂの場合には次のような問題点がある。

【０００５】すなわち、一般に構造物等に使用されるエネルギー吸収体１ｂは厚肉の筒状体からなり、かつ図１０に示すように０°配向が９０°配向よりも繊維配向量の多い朱子織織布からなる。しかしながら、この厚肉のエネルギー吸収体１ｂに圧縮荷重が作用すると、その荷重作用端が大きく圧潰変形すると共に、大きなクラックが生じ外層部が一定の厚みだけ剥がれ、大きな破片６が剥離する。そのため、図１１の曲線Ｇに示すように圧潰時に大きな荷重低下点７が複数回生じ、エネルギー吸収が十分に行なわれず、エネルギー吸収も不安定になるという問題点がある。

【０００６】以上のことから、特に厚肉のエネルギー吸収体の場合には、外層部に剥離が発生せず、エネルギー吸収の安定化とエネルギー吸収量の増大を図ることが重要な課題となる。この課題に関連する公知技術として特開平６－３０７４７７号公報が挙げられる。この「エネルギー吸収部材」は、一方向に引き揃えられた補強繊維を内層側に設け、外層側に補強繊維織物を配設した多層の補強繊維層を有するものからなる。以上の構造により、エネルギー吸収時の部材の破壊が一定のメカニズムで円滑に開始し、安定、かつ信頼性の高いエネルギー吸収が行なわれるものである。しかしながら、この「エネルギー吸収部材」は後に説明する本発明のエネルギー吸収体のように特に厚肉の筒状体に適用されるものではなく、繊維の配向構造も大きく相異し、大荷重時におけるエネルギー吸収を効果的に行なわせるものではない。

【０００７】本発明は、以上の事情に鑑みて創案されたものであり、厚肉に形成され、エネルギー吸収量が大で外層側の剥離もなく、安定したエネルギー吸収ができ、例えば、車両の衝突時等の大荷重作用時にも乗員空間を確保して乗員の安全を図り得るＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体を提供することを目的とする。

【０００８】

【課題を解決するための手段】本発明は、以上の目的を達成するために、荷重作用方向（０°配向，又は軸方向という）とこれに直交する方向（９０°配向，又は周方向という）にそれぞれ繊維を配列する繊維複合材料（ＦＲＰという）から形成され、肉厚ｔと内径Ｄとの比ｔ／Ｄが０．０９以上の厚肉筒状体のエネルギー吸収体であって、該エネルギー吸収体は内層部と外層部とからなり、該外層部の９０°配向の繊維配向量が０°配向の繊維

維配向量よりも大であるＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体を構成するものである。更に具体的に、前記内層部の０°配向の繊維配向量が９０°配向の繊維配向量よりも大であることを特徴とし、前記外層部の厚さが、肉厚ｔの１０乃至１５［％］であるＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体を特徴とするものである。

【０００９】ｔ／Ｄ＞０．０９の厚肉の筒状体のエネルギー吸収体の肉厚ｔの１０乃至１５［％］に当る外層部の９０°配向の繊維配向量を０°配向の繊維配向量よりも大とし、残りの内層部の０°配向の繊維配向量を９０°配向の繊維配向量よりも大とすることにより、厚肉の筒状体であっても外層部側の剥離が防止され、従来技術のように大きな荷重低下点が生じない。このため、エネルギー吸収が十分に行なわれると共に、安定したエネルギー吸収が行なわれる。

【００１０】

【発明の実施の形態】以下、本発明のＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体の実施の形態を図面を参照して詳述する。図１に示すように、本発明のエネルギー吸収体１は厚肉筒状体からなり、図示のように外層部３と内層部４からなる。なお、圧縮荷重の作用側にはトリガー２が形成され、円滑な圧潰が行なわれるようにしてある。なお、本発明のエネルギー吸収体１は厚肉の筒状体に適用されるものであるが、厚肉の筒状体の範囲は実験的に次のようにして求められる。すなわち、本発明は荷重－変位曲線においてＰｍａｘ後における荷重低下点７（図１１）が発生するような厚肉の筒状体について効果的なものである。そこで、ｔ／Ｄが０．１２０，０．１０６，０．０９１，０．０８３，０．０３６の筒状体について圧潰テストを行なって荷重－変位曲線を求めたところ、０．０８３以下では荷重低下点７が発生しないことがわかった。そこで、本発明が適用される厚肉の筒状体の境界をｔ／Ｄ＞０．０９のものとした。

【００１１】また、本発明における外層部３の厚さ t_0（図１）は従来の厚肉の筒状体において剥離の生じ易い肉厚を参考として実験的に決定したものである。すなわち、織布の全層数を２８層又は３１層とした場合、圧潰時には外周から約４層目の部分が剥離した。このことから t_0 は肉厚ｔの１０乃至１５［％］の範囲が適当であるとした。勿論、その範囲はそれに限定するものではない。＊

＊【００１２】本発明のエネルギー吸収体１の外層部３および内層部４はいずれもＦＲＰからなる。本発明では、ＦＲＰは０°配向と９０°配向の繊維を有する織布を樹脂材と結合したものからなり、外層部３と内層部４の織布の構造が相異する。本例では、厚さ t_0 に相当する外層部３は図２（ａ）に示すように９０°配向の繊維配向量が０°配向の繊維配向量よりも多く配設されるタイプの織布を積層（例えば４層分だけ）したものからなる。その具体的な繊維配向量はエネルギー吸収体１の形状，大きさ等により適宜設定される。

【００１３】一方、図２（ｂ）に示すように、エネルギー吸収体１の内層部４は０°配向の繊維配向量が９０°配向の繊維配向量よりも多く配設されるものからなる。なお、外層部３の９０°配向の繊維配向量と内層部４の０°配向の繊維配向率の量は必ずしも同量でなくてもよいが、一例として同一ピッチ間隔で配列されるものでもよい。また、外層部３の０°配向の繊維配向量と内層部４の９０°配向の繊維配向量も同一でなくてもよいが、一例として同一ピッチで配向されるものでもよい。

【００１４】図３は本発明に係るエネルギー吸収体１に圧縮力が作用し、圧潰した状態を示す。図示のように、トリガー２の部分が大きく圧潰変形するが、従来技術のように大きな破片６（図１０）が発生せず細い破片５のみが発生し、この状態でエネルギーが大幅に吸収される。以上により、安定したエネルギー吸収が行なわれる。

【００１５】図４は本発明に係るエネルギー吸収体１と従来のエネルギー吸収体１ｂ（図１０）とのエネルギー吸収状態を示す荷重－変位曲線である。なお、エネルギー吸収体１およびエネルギー吸収体１ｂは内径Ｄが３５［mm］で肉厚ｔが７．５［mm］のｔ／Ｄ＝０．２２の厚肉の筒状体からなる。また、エネルギー吸収体１の外層部３は２８層からなる肉厚ｔのうちの外周から４層目までに相当する。従って、 t_0 は肉厚ｔの１４［％］である。また、図４において曲線Ａが本発明のエネルギー吸収体１であり、曲線Ｂが従来のエネルギー吸収体１ｂである。また、表１は本発明のエネルギー吸収体１と従来のエネルギー吸収体１ｂのＰｍａｘおよびＰｍｅａｎと両者間の増加率［％］を示すものである。

【００１６】

【表１】

区　　分	従来品	本発明品	増加率［％］
Pmax(ton)	２５．３２	２６．８４	６．０
Pmean(ton)	１７．０７	２２．０２	２９．０

【００１７】図４に示すように、曲線Ｂでは前記したように荷重低下点７が複数回発生するのに対し、曲線Ａは荷重低下点７がなく、円滑なエネルギー吸収が行なわれていることがわかる。また、表１に示すように、本発明のエネルギー吸収体１のＰｍａｘは２６．８４［ｔｏｎ］であり、従来のエネルギー吸収体１ｂのＰｍａｘの

２５．３２［ｔｏｎ］よりも６．０［%］しか大きくなく、Ｐｍｅａｎは本発明のエネルギー吸収体１が２２．０２［ｔｏｎ］であるのに対し従来のエネルギー吸収体１ｂは１７．０７［ｔｏｎ］であり、本発明のものが２９．０［%］高い。以上より、エネルギー吸収量Ｅの値は本発明のエネルギー吸収体１がはるかに大きいことがわかる。

【００１８】本発明のエネルギー吸収体１は前記したように厚肉の筒状体からなり、比較的大きな圧縮荷重の作用する場合に使用される。例えば、本発明のエネルギー吸収体１は車両の衝突時等において衝撃力が負荷される部材の支持部に適用される。このエネルギー吸収体１を用いることにより衝突時等におけるキャブの変形等が防止され、乗員に作用する減速度の低減や、乗員空間を確保し乗員の保護を図ることができる。

【００１９】

【発明の効果】

１）本発明の請求項１に記載のＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体によれば、剥離し易い厚肉の筒状体の外層部の９０°配向の繊維配向量を０°配向の繊維配向量よりも多くすることにより圧潰時における剥離方向の繊維強度が向上し、大きな破片が発生せず、エネルギー吸収量の増大と安定化が図れる。

２）本発明の請求項２に記載のＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体によれば、内層部の０°配向の繊維配向量を９０°配向の繊維配向量より多くすることにより、請求項１の効果に加えて更に大きなエネルギー吸収が安定して行なわれる効果が上げられる。

３）本発明の請求項３に記載のＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体によれば、外層部の厚さを肉厚ｔの１０乃至１５［%］とすることにより、ｔ／Ｄ＞０．０９のすべて厚肉の筒状体に対し、前記１），２）の効果を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明のＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体の軸断面図。

【図２】図１のＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体の外層部および内層部の繊維配向量の構成を示す模式図。

【図３】図１のＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体の圧縮力作用時の圧潰状態を示す模式図。

【図４】本発明のＦＲＰ厚肉エネルギー吸収体と従来の厚肉のエネルギー吸収体の圧潰時の荷重－変位線図。

【図５】従来の比較的薄肉のエネルギー吸収体の軸断面図。

【図６】図１のエネルギー吸収体の圧縮力作用時における圧潰状態を示す模式図。

【図７】従来の薄肉のエネルギー吸収体の圧潰時の荷重－変位曲線。

【図８】繊維配向量の異なる従来の薄肉のエネルギー吸収体における圧潰時の荷重－変位線図。

【図９】図８におけるエネルギー吸収体の繊維配向量の形態を示す模式図。

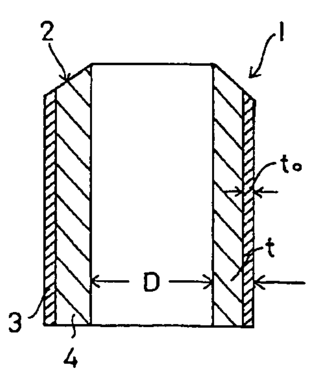
【図１０】従来の厚肉のエネルギー吸収体の圧潰時の問題点を説明するための模式図。

【図１１】従来の厚肉のエネルギー吸収体の圧潰時の荷重－変位線図。

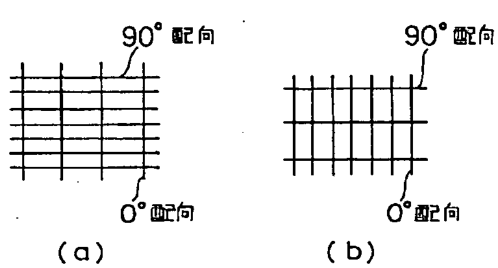
【符号の説明】

１　エネルギー吸収体
２　トリガー
３　外層部
４　内層部
５　細い破片
６　大きな破片
７　荷重低下点
８　圧潰

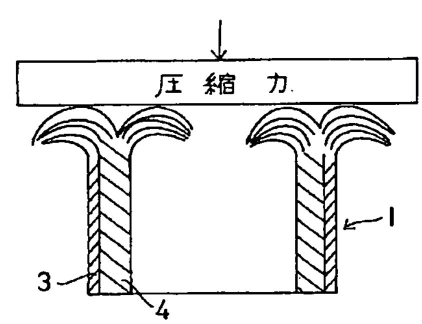
【図１】



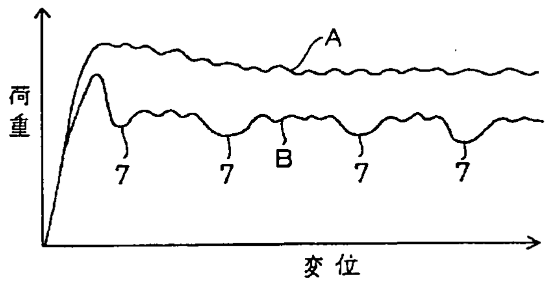
【図２】



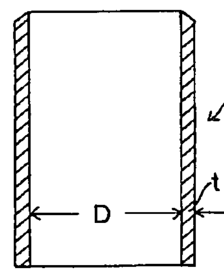
【図３】



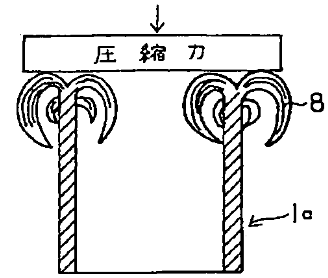
【図４】



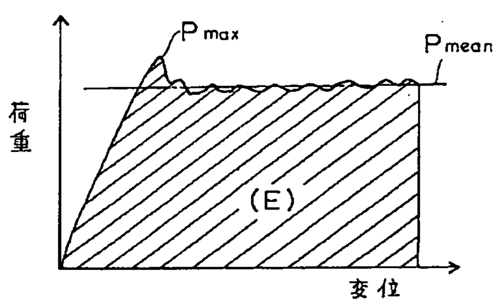
【図５】



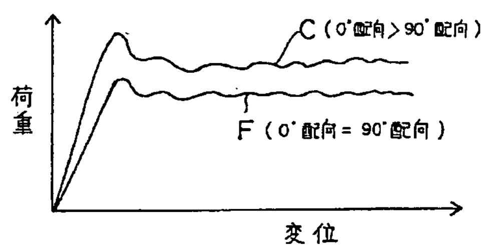
【図６】



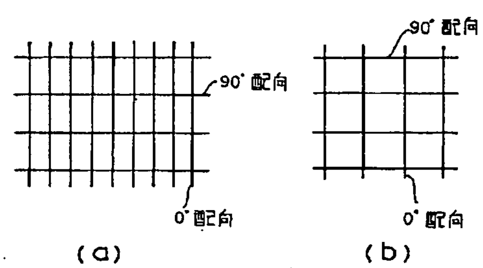
【図７】



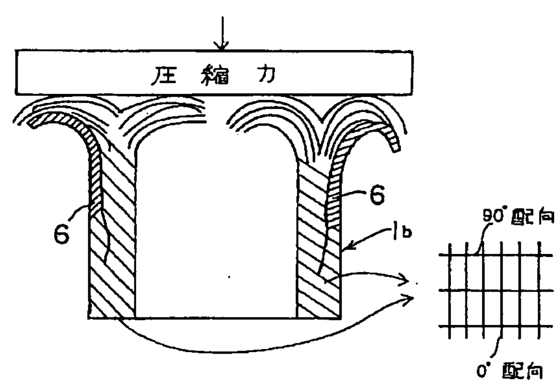
【図８】



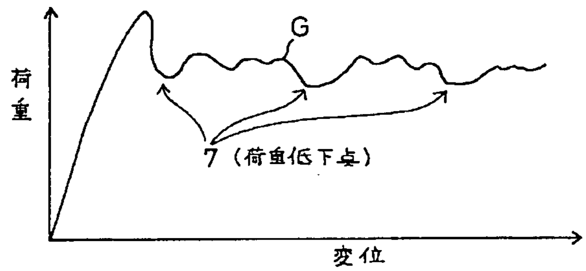
【図９】



【図１０】



【図１１】



フロントページの続き

(72)発明者　奥田　修久
神奈川県藤沢市土棚８番地　株式会社いすゞ中央研究所内